

MOGUĆNOSTI PRIMENE ZRNA HIBRIDA KUKURUZA U PROIZVODNJI HRANE ZA LJUDE I ŽIVOTINJE

*Valentina Semenčenko, Milica Radosavljević, Dušanka Terzić,
Marija Milašinović-Šeremešić*

Izvod: U radu je ispitivana podobnost zrna ZP hibrida kukuruza i suve kukuruzne džibre, sporednog produkta iz proizvodnje bioetanola, kao sirovine za proizvodnju hrane za ljude i životinje. Svarljivost suve materije zrna kukuruza određena enzimskom *in vitro* metodom bila je viša od svarljivosti uzoraka suve kukuruzne džibre. Kao kvalitetna sirovina za proizvodnju hrane za ljudsku ishranu, svi ispitani hibridi su pokazali odlične karakteristike. Svi uzorci džibre ispitanih hibrida pokazali su povoljne karakteristike koje se tiču hemijskog sastava, sadržaja lignoceluloznih vlakana i energije. Povećan sadržaj NDF-a i ADF-a u džibri u odnosu na zrno kukuruza može pozitivno uticati na ishranu preživara.

Ključne reči: hibridi kukuruza, hrana za ljude, kukuruzna džibra, hrana za životinje.

Uvod

Posmatrano u svetskim razmerama kukuruz je kako po požnjevenim površinama i proizvedenim količinama tako i po upotrebnoj vrednosti zrna jedna od najznačajnijih biljnih vrsta. Srbija se ubraja među značajne proizvođače kukuruza ne samo u Evropi već i u svetu. Kao visokoprinosna ugljenohidratna biljka kukuruz je veoma kompetitivan u odnosu na ostala žita (Radosavljević i sar., 2010). Više od 90% ukupno proizvedenog kukuruza odlazi u hranu za životinje, direktnu ili industrijski doradenu, a ostatak za proizvodnju prehrambenih proizvoda i alkohola (Milašinović, 2005).

Istraživanja kvaliteta i tehnološke vrednosti zrna predstavljaju doprinos boljoj valorizaciji kukuruza u industrijskoj preradi, koja je u našoj zemlji skoro simbolično zastupljena, a pre svega u proizvodnji visokovredne hrane i tehničkih proizvoda što ima za cilj povećanje ekonomske vrednosti ove, za našu zemlju najznačajnije, prirodno obnovljive ugljenohidratne sirovine.

Poslednjih nekoliko decenija ekspanzija proizvodnje alternativnih goriva iz biljnih sirovina, tradicionalno namenjenih ishrani, dovela je do značajnih promena na polju kako industrije energenata tako i poljoprivrede i prehrambene industrije. Trenutno je mogućnost upotrebe suve kukuruzne džibre sa rastvorenim materijama, sporednog

Valentina Semenčenko (autor za kontakte), Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, Beograd-Zemun, Srbija (vssemencenko@yahoo.com)

Milica Radosavljević, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, Beograd-Zemun, Srbija (rmilica@mrizp.rs)

Dušanka Terzić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, Beograd-Zemun, Srbija

Marija Milašinović-Šeremešić, Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Slobodana Bajića 1, Beograd-Zemun, Srbija

proizvoda procesa proizvodnje bioetanola iz kukuruza kao i alkoholnih pića u žiži interesovanja. Njena primena u smešama za ishranu domaćih životinja, u koncentracijama većim od onih koje su do sada praktikovane, mogla bi pozitivno da utiče na ekonomsku isplativost proizvodnje ovog goriva, ali i da stabilizuje trenutno narušenu ravnotežu na tržištu prehrambenih proizvoda (Semenčenko i sar., 2013).

U ovom radu su, na osnovu određenih parametara kvaliteta zrna hibrida kukuruza i suve kukuruzne džibre, sporednog proizvoda industrije bioetanola i alkoholnih pića iz kukuruznog zrna, ispitivane mogućnosti njihove primene u proizvodnji hrane za ljude i životinje.

Materijal i metode rada

U eksperimentima su korišćeni uzorci zrna jedanaest ZP hibrida kukuruza i kukuruzne džibre. Na uzorcima odabranih hibrida kukuruza ispitivane su fizičke karakteristike zrna, hemijski sastav zrna i uzoraka kukuruzne džibre odnosno: sadržaj skroba, proteina, ulja, celuloze i pepela, standardnim laboratorijskim metodama. Analiza sadržaja lignoceluloznih vlakana (NDF, ADF, ADL, celuloza i hemiceluloza) vršena je modifikovanom Van Soest metodom (Mertensu, 1992). Uzorci kukuruzne džibre dobijeni su postupkom koji se sastoji od odvojene dvostepene hidrolize i fermentacija skroba iz uzoraka brašna celog zrna kukuruza po proceduri koju su opisali Semenčenko i sar. (2013a). Svarljivost suve materije određivana je metodom koju po Aufrère (2006).

Rezultati istraživanja i diskusija

Rezultati ispitivanja fizičkih karakteristika i strukture zrna ZP hibrida kukuruza pokazali su da se hektolitarska masa kretala se od 756,08 kg·m⁻³ (ZP 606) do 883,57 kg·m⁻³ (ZP 611k), otpornost na mlevenje od 10,90s (ZP 560) do 30,10s (ZP 611k). Prosečan sadržaj klice iznosio je 11,9%, a perikarpa 6,67%. Najviši sadržaj endosperma ispoljio je hibrid ZP 377 (83,03%), najviši udeo mekog endosperma hibrid ZP 606 (47,13%), a tvrdog hibrid kokičar ZP 611k (79,03%). Otpornost na mlevenje i udeo tvrde i meke frakcije endosperma predstavljaju parametre tvrdoće zrna koji, posmatrano sa aspekta primene kukuruza u industriji, predstavljaju njegovo najbitnije svojstvo (Milašinović 2005). Rezultati ispitivanja hemijskog sastava zrna ZP hibrida kukuruza prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav ispitivanih uzoraka zrna hibrida kukuruza

Table 1. Chemical composition of the investigated maize hybrid kernels

Genotip <i>Genotype</i>	Skrob (%) <i>Starch (%)</i>	Proteini (%) <i>Protein (%)</i>	Ulje (%) <i>Oil (%)</i>	Sirova celuloza (%) <i>Crude fiber (%)</i>	Pepeo (%) <i>Ash (%)</i>
ZP 341	66,27	10,60	6,39	1,40	2,17
ZP 377	67,67	10,48	5,75	1,37	1,97
ZP 434	66,86	10,64	6,22	1,37	2,17
ZP 444	66,78	10,62	5,99	1,34	1,95
ZP 560	66,47	10,65	5,84	1,33	1,99
ZP 606	69,28	10,01	5,58	1,31	2,15
ZP 611k	65,00	13,20	5,91	1,47	2,65

Najniži sadržaj skroba, najznačajnijeg parametra za skrobarsku industriju, ostvario je hibrid kokičar ZP 611k (65,00%), a najviši ZP 606 (69,28%).

Određen sadržaj lignoceluloznih vlakana i svarljivost suve materije zrna ispitivanih hibrida kukuruza prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Sadržaj strukturalnih ugljenih hidrata i svarljivost suve materije zrna ispitivanih hibrida kukuruza

Table 2. Content of structural carbohydrates and dry matter digestibility of the investigated maize hybrid kernels

Genotip <i>Genotype</i>	NDF (%) <i>NDF</i> (%)	ADF (%) <i>ADF</i> (%)	ADL (%) <i>ADL</i> (%)	Hemiceluloza (%) <i>Hemicellulose</i> (%)	Celuloza (%) <i>Cellulose</i> (%)	Svarljivost suve materije zrna hibrida kukuruza (%) <i>Dry matter digestibility of maize hybrid kernels (%)</i>
ZP 341	23,36	2,63	0,35	20,73	2,90	88,21
ZP 377	22,52	2,37	0,25	20,15	2,13	89,97
ZP 434	14,04	3,77	0,76	10,27	3,01	87,70
ZP 444	22,16	3,61	0,53	18,55	3,08	91,45
ZP 560	14,97	4,41	0,72	10,56	3,70	90,71
ZP 606	11,22	4,03	0,61	7,19	3,43	91,09
ZP 611k	10,10	5,08	0,89	5,02	4,19	92,13

Rezultati određivanja hemijskog sastava ispitivanih uzoraka suve kukuruzne džibre prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Hemijski sastav ispitivanih uzoraka suve kukuruzne džibre

Table 3. Chemical composition of the investigated DDGS samples

Genotip <i>Genotype</i>	Suva materija (%) <i>Dry matter (%)</i>	Proteini (%) <i>Protein (%)</i>	Ulje (%) <i>Oil (%)</i>	Pepeo (%) <i>Ash (%)</i>	Sirova celuloza (%) <i>Crude fiber (%)</i>
ZP 434	91,00	32,48	11,28	5,65	9,27
ZP 611k	90,82	36,08	10,67	6,17	8,02
ZP 633	91,34	33,81	11,75	5,80	9,06
ZP 704wx	90,81	34,08	10,43	5,77	8,60
ZP 74b	90,97	30,85	10,82	5,85	10,15
ZP Rumenka	90,47	33,51	12,03	5,87	8,99

Udeo proteina u suvoj kukuruznoj džibri je više nego udvostručen u odnosu na zrno kukuruza kao polaznu sirovinu. Ova pojava se objašnjava činjenicom da se sadržaj skroba u džibri značajno smanjio tokom procesa fermentacije, te se udeo proteina u odnosu na suhu materiju povećao. Takođe, jedan deo proteina potiče od ćelijske mase proizvodnog mikroorganizma kvasca *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*.

Tabela 5. Sadržaj strukturalnih ugljenih hidrata i svarljivost suve materije uzoraka kukuruzne džibre

Table 5. Content of structural carbohydrates and dry matter digestibility of DDGS samples

Genotip <i>Genotype</i>	NDF (%) <i>NDF</i> (%)	ADF (%) <i>ADF</i> (%)	ADL (%) <i>ADL</i> (%)	Hemiceluloza (%) <i>Hemicellulose</i> (%)	Celuloza (%) <i>Cellulose</i> (%)	Svarljivost suve materije kukuruzne džibre (%) <i>DDGS dry matter digestibility (%)</i>
ZP 434	33,81	9,27	1,05	24,54	8,22	78,78
ZP 611k	31,41	8,02	0,64	23,39	7,38	76,61
ZP 633	36,25	9,06	2,20	27,19	6,86	79,94
ZP 704wx	34,16	8,59	2,16	25,49	6,44	81,88
ZP 74b	38,27	10,15	1,51	28,12	8,64	78,47
ZP Rumenka	31,79	8,99	1,15	22,79	7,84	74,09

Povećan sadržaj NDF-a i ADF-a – lignoceluloznih (dijetetskih) vlakana u kukuruznoj džibri u odnosu na zrno kukuruza i njeno korišćenje u ishrani može pozitivno uticati na stanje u rumenu (buragu) preživara. Sadržaj svarljive energije u uzorcima suve kukuruzne džibre ispitivanih ZP hibrida kukuruza kretao se od 16,36 MJ kg⁻¹ (ZP 74b) do 17,25 MJ·kg⁻¹ (ZP 611k) a metaboličke energije od 15,83 MJ kg⁻¹ (ZP 434) do 16,18 MJ kg⁻¹ (ZP 74b). Visok sadržaj kako svarljive tako i metaboličke energije ispitanih uzoraka ukazuje da ove džibre spadaju u grupu kako proteinskih tako i visokoenergetskih hraniva.

Podaci o hemijskom sastavu, sadržaju svarljive i metaboličke energije kao i zastupljenosti pojedinih mineralnih materija u uzorcima suve džibre ZP hibrida kukuruza prethodno objavljeni u radu Semenčenko i sar, (2013a), ukazuju na visok kvalitet suve kukuruzne džibre kao hraniva.

Zaključak

Zrno ispitanih hibrida kukuruza razlikuje se po svojim fizičkim karakteristikama i hemijskom sastavu što pruža velike mogućnosti i predstavlja osnovu raznovrsnosti njihove prerade (skrobarska, mlinarska i biotehnološka prerada u proizvodnji bioetanola) i primene. Svi uzorci džibre ispitanih hibrida pokazali su povoljne karakteristike koje se tiču hemijskog sastava, sadržaja svarljive i metaboličke energije kao i svarljivosti suve materije. To sve ukazuje da ove džibre spadaju u grupu kako proteinskih tako i visokoenergetskih hraniva. Kvalitetna suva kukuruzna džibra može se koristiti za pripremu potpunih i koncentrovanih smeša za ishranu različitih vrsta i kategorija domaćih životinja.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta „Poboljšanje svojstava kukuruza i soje molekularnim i konvencionalnim oplemenjivanjem“, evidencioni broj TR 31068, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Aufréré J., (2006) Prevision de la digestibilite des fourages et aliments concentres et composes des herbivores par une methode enzymatique pepsine-cellulase. *AQ*, 353, 1-6.
- Mertens D.R. (1992). Critical Conditions in determining detergent fiber, in *Proceedings of the Forage Analysis Workshop*, Sept. 16-17, 1992, Denver, Colorado, National Forage Testing Association, Omaha, NE, pp. C1–C8.
- Milašinović M. (2005). Fizičke, hemijske i tehnološke karakteristike novih ZP hibrida kukuruza. Magistarski rad. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Radosavljević M., Bekrić V., Milašinović M., Pajić Z., Filipović M., Todorović G. (2010). Genetic variability as background for the achievements and prospects of the maize utilisation development. *Genetika*, 42 (1), 119-135.
- Semenčenko V., Mojović Lj., Radosavljević M., Terzić D., Milašinović-Šeremešić M., Janković M. (2013). Mogućnosti iskorišćenja sporednih proizvoda prerade kukuruznog zrna iz proizvodnje etanola i skroba, *Hemijska industrija*, 67 (3), 385-397.
- Semenčenko V., Mojović L., Đukić-Vuković A., Radosavljević M., Terzić D., Milašinović Šeremešić M. (2013a). Suitability of some selected maize hybrids from Serbia for the production of bioethanol and dried distillers' grains with solubles, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93 (4), 811-818
- Semenčenko V. (2013). Ispitivanje različitih hibrida kukuruza kao sirovine za proizvodnju bioetanola, skroba i hrane za životinje. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 19.06.2013.

POSSIBILITIES OF MAIZE KERNEL UTILIZATION IN FOOD AND FEED PRODUCTION

*Valentina Semenčenko, Milica Radosavljević, Dušanka Terzić,
Marija Milašinović-Šeremešić*

Abstract

The paper examined the suitability of maize hybrids kernels and dried distillers grains (DDGS), the by-product from the production of bioethanol, as a raw material for the production of food and feed. The dry matter digestibility of of maize kernels determined by enzymatic *in vitro* method was higher than the digestibility of DDGS. As a high-quality raw materials for the production of food, all investigated hybrids showed good quality. All DDGS samples showed favorable characteristics regarding the chemical composition, content of lignocellulosic fibers and energy. Increased content of NDF and ADF in comparison to maize kernel can have a positive impact on ruminant nutrition.

Key words: maize hybrids, food, DDGS, animal feed.